

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORLED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

JP407243038A

Sep. 19, 1995

L5: 1552 of 3916

PRODUCTION OF MAGNETO-RESISTANCE EFFECT FILM

INVENTOR: SUZUKI, JUNKO
KANO, HIROSHI
APPLICANT: SONY CORP
APPL NO: JP 06038327
DATE FILED: ~~Mar. 9, 1994~~
INT-CL: C23C14/34; C23C14/14; G11B5/39; H01F41/18; H01L43/12

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a process for producing a magneto-resistance effect film which has sensitivity sufficient for practicable use and a megallo-magneto-resistance effect and is lessened in the anisotropy of the magalo-magneto-resistance effect to a direction where an external magnetic field is impressed.

CONSTITUTION: While a substrate 16 is kept rotated, this substrate is revolved so as to pass alternately over a conductor target 12 and a magnetic material target 13 at the time of forming artificial lattice films by alternately forming conductor layers and magnetic material layers by a sputtering method on the substrate 16 in the process for producing the magneto-resistance effect film. At this time, the number(v)of revolution of the substrate 16 and the number V of rotation thereof are so set that a condition $V \geq v/2$ is satisfied.

(11)特許出願公開番号

特開平7-243038

(43)公開日 平成7年(1995)9月19日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 14/34	P	8414-4K		
	C	8414-4K		
14/14	F	8414-4K		
G 1 1 B 5/39				
H 0 1 F 41/18				

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-38327

(22)出願日 平成6年(1994)3月9日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 鈴木 淳子

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

(72)発明者 鹿野 博司

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

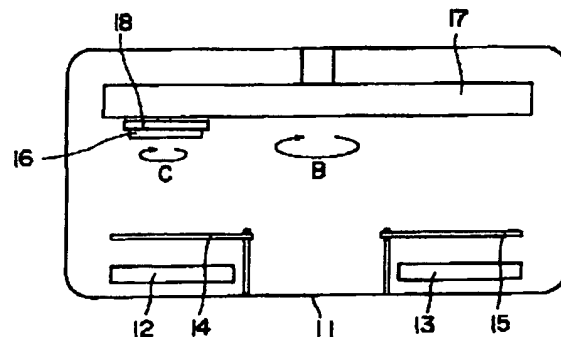
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】 磁気抵抗効果膜の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 実用に十分な感度を持つ巨大磁気抵抗効果を持つとともに、外部磁界印加方向に対する巨大磁気抵抗効果の異方性が軽減された磁気抵抗効果膜の製造方法を提供することを目的とする。

【構成】 磁気抵抗効果膜の製造方法において、導体層と磁性体層とをスパッタ法にて基板 16 上に交互に成膜することによって人工格子膜を形成するに際して、前記基板 16 を自転させながら、導体ターゲット 12 上と磁性体ターゲット 13 上を交互に通過するように公転させる。このとき、基板 16 の公転数 v と自転数 V を、 $V \geq v/2$ なる条件が満たされるように設定する。



DCマグネトロン型スパッタ装置の一構成例を示す概略断面図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 導体層と磁性体層とをスパッタ法にて基板上に交互に成膜することによって人工格子膜を形成するに際して、前記基板を自転させながら、導体ターゲット上と磁性体ターゲット上を交互に通過するように公転させることを特徴とする磁気抵抗効果膜の製造方法。

【請求項2】 基板の公転数 v と自転数 V を、 $V \geq v/2$ なる条件が満たされるように設定することを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気センサや磁気ディスク駆動装置用再生ヘッド等に適用される磁気抵抗効果膜の製造方法に関し、特に磁気抵抗効果の異方性の改善に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気抵抗効果を有する磁気抵抗効果膜は、磁界を検出する磁気抵抗効果素子として、磁気センサ、磁気ヘッド、回転検出素子、位置検出素子等の分野において広く用いられている。

【0003】 従来、上記磁気抵抗効果膜としては、主にFe-Ni合金膜（いわゆるパーマロイ膜）が使用されてきた。しかし、パーマロイ膜の磁気抵抗変化率は小さく、今後さらに発展すると思われる高密度磁気記録への対応等を考慮すると、感度等の点で十分なものとは言えない。

【0004】 一方、近年、異種の金属を数原子層ずつ交互に積層した人工格子膜が注目されている。その中で、Feよりなる磁性体層とCrよりなる導体層との積層体からなる人工格子膜において、数十%もの磁気抵抗変化率（以下、「巨大磁気抵抗効果」と称する。）が得られることが報告され、磁気抵抗効果素子への応用が期待されている。（フィジカル・レビュー・レターズ、61巻、2472ページ、1988年）

【0005】 その後、Fe層とCr層の組み合わせ以外にも、磁性体層をCo層、導体層をCu層とした組み合わせでも巨大磁気抵抗効果が得られることが報告されている。（フィジカル・レビュー・レターズ、66巻、2152ページ、1991年）

【0006】 しかし、上記人工格子膜において、巨大磁気抵抗効果を得るためには、数1000eないし数kOeの外部磁場が必要であり、パーマロイ膜の場合に比べて大きな磁場を必要とする。このように外部磁場に対する感度が低いと、磁気記録用の磁気抵抗効果素子として使用できず、磁気センサとして使用する場合も使用範囲が限られてしまうという欠点がある。

【0007】 この欠点を解決する方法として、磁性体層に、鉄、ニッケル、コバルトの三元素を組み合わせた合金を用いることで、小さな磁場変化でも大きな抵抗変化が得られるようになり、外部磁場に対する感度が改善さ

れ、実用的な観点から有効であることが報告されている。

【0008】 上記三元素を用いた人工格子膜において巨大磁気抵抗効果は、磁性体層と導体層の層厚の関係が大きく関わり、より有効な巨大磁気抵抗効果を安定して得るためには、それぞれの層厚を制御する必要がある。

【0009】 そこで、それぞれの層厚を制御し、実用に十分な感度を持つ巨大磁気抵抗効果を安定して得るために、上記人工格子膜の製造方法として、スパッタ装置を用いた成膜方法が提案されている。

【0010】 この成膜方法は、例えば、基板を異種ターゲット上を交互に通過させながらスパッタを行うことで積層膜を形成する方法であり、図8に示す二元スパッタ装置を用いて行う。二元スパッタ装置は、真空容器31内に、導体層ターゲット32と磁性体層ターゲット33、各ターゲット32、33に対向した二つのシャッタ34、35、基板36を支持固定するための基板ホルダの付いた各ターゲット上で図中矢印Aの方向に回転するターンテーブル37とを有している。

【0011】 このような、スパッタ装置で成膜を行うには、基板36を基板ホルダに支持固定した後、真空容器31内を真空にして、基板36をターンテーブル37によって、図中矢印Aの方向に回転させ、上記各ターゲット32、33上を交互に通過させる。そして、スパッタリングを行い、各シャッタ34、35を開く。そして、ターンテーブル37の回転によって、必要な周期だけ、各ターゲット32、33上を基板36が通過した後、各シャッタ34、35を閉じる。こうして、基板36上に必要な周期だけ磁性体層と導体層とが積層した人工格子膜が製造される。（以下、この成膜方法を「回転成膜法」という。）

【0012】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記回転成膜法で製造された人工格子膜は、巨大磁気抵抗効果に、外部磁界印加方向に対して基板の回転円周方向が困難方向となる強い一軸異方性がつく。そのため、磁氣的に等方的であることが要求される磁気センサや磁気ヘッドにおいては、出力が十分得られても歪が大きくなってしまい実用化することができない。

【0013】 そのため、人工格子膜構造を有する磁気抵抗効果膜において、実用に十分な感度を持つ巨大磁気抵抗効果を保ったまま、外部磁界印加方向に対する巨大磁気抵抗効果の異方性をなくすことが望まれている。

【0014】 そこで本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであって、実用に十分な感度を持つ巨大磁気抵抗効果を持つとともに、外部磁界印加方向に対する巨大磁気抵抗効果の異方性が軽減された磁気抵抗効果膜の製造方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】 上述の目的を達成するた

めに、本発明の磁気抵抗効果膜の製造方法は、導体層と磁性体層とをスパッタ法にて基板上に交互に成膜することによって人工格子膜を形成するに際して、前記基板を自転させながら、導体ターゲット上と磁性体ターゲット上を交互に通過するように公転させるものである。

【0016】上記製造方法において、磁気抵抗効果が膜内の面内方向において十分な等方性発現するためには、基板の公転数 v と自転数 V を、 $V \geq v/2$ なる条件が満たされるように設定することが好ましい。また、 $V \geq v/2$ を満たす中でも、具体的には、公転数 v を5rpm ~ 20rpm、自転数 V を300rpm ~ 2000rpmとするのが特に好ましい。

【0017】なお、本発明が対象とする人工格子膜は、磁性体層と導体層をそれぞれ厚み t_A 、 t_B で交互に n 組積層し、全膜厚を T とした磁性人工格子膜で、前記各層の厚み t_A 、 t_B を $0.5\text{nm} \leq t_A$ 、 $t_B \leq 50\text{nm}$ 、交互に積層する磁性体層と導体層との組数 n を $1 \leq n \leq 30$ 、全膜厚 T を $5\text{nm} \leq T \leq 100\text{nm}$ とするものである。

【0018】前記磁性体層は、Fe、Co、Ni、Cr、V、Mo、Nb、Ta、W、Re、Ru、Cu、Rh、Pd、Ir、Pt、B、C、N、O、Si、Al、Ga、Ge、Sn、Sbの元素のうち少なくとも1種類以上の元素からなる磁性体で、室温で強磁性体であるものである。

【0019】中でも、Cuを1~50原子%含有し、且つ、Fe、Co、Niより選ばれる少なくとも1種を含有するものを磁性体層とするのが好ましい。このとき、前記磁性体層に含有されるFe、Co、Niは、外部磁場に対する感度を向上させるために、その組成比を下記のように定めることが特に好ましい。Fe、Co、Ni、
(x , y , z は原子%)とすると、

$10 \leq x \leq 25$, $40 \leq y \leq 80$, $10 \leq z \leq 40$, $x + y + z = 100$

【0020】一方、前記導体層は、Fe、Co、Ni、Cr、V、Mo、Nb、Ta、W、Re、Ru、Cu、Rh、Pd、Ir、Pt、B、C、N、O、Si、Al、Ga、Ge、Sn、Sb、Agの元素のうち少なくとも1種類以上の元素からなる導体で、室温で非磁性体であるものである。

【0021】中でも、Fe、Co、Niより選ばれる少なくとも1種を0.05~5原子%含有しているものを導体層とするのが好ましい。

【0022】また、巨大磁気抵抗効果を安定に得るためには、人工格子膜中に含まれる酸素量を7原子%以下とすることが好ましい。

【0023】

【作用】上記製造方法では、前記基板を自転させながら、導体ターゲット上と磁性体ターゲット上を交互に通過するように公転させることにより、実用に十分な感度

を持つ巨大磁気抵抗効果を持つとともに、外部磁界印加方向に対する巨大磁気抵抗効果の異方性が軽減された、磁気抵抗効果が膜内の面内方向において略等方的に発現する磁気抵抗効果膜を製造することができる。

【0024】

【実施例】以下、本発明の実施例とその評価、及び自転数及び公転数の影響、及び本発明により製造された磁気抵抗効果膜を磁気センサへ適用した実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0025】本発明の実施例として、図1に示すように、スライドガラス基板16上に、DCマグネトロン型スパッタ装置により、Cuよりなる導体層2及び $\text{Fe}_{15}\text{Ni}_{55}\text{Co}_{30}$ よりなる磁性体層3を20周期積層した磁気抵抗効果膜を製造した。

【0026】本実施例で使用したDCマグネトロン型スパッタ装置を図2に示す。このDCマグネトロン型スパッタ装置は、真空容器11内に導体ターゲット12と磁性体ターゲット13を備えた二元スパッタ装置であり、各ターゲット12、13に対向してそれぞれにシャッタ14、15が設けられている。本実施例では、導体ターゲット12にCuを、磁性体ターゲット13に $\text{Fe}_{15}\text{Ni}_{55}\text{Co}_{30}$ を用いた。

【0027】上記DCマグネトロン型スパッタ装置にて、磁気抵抗効果膜を製造するには、基板16を、基板中心の法線方向の軸を中心に回転する基板自転用回転板18に取り付け、基板自転用回転板18を基板16とともに、図中矢印Cの方向に自転させる。さらに、この基板自転用回転板18を、導体ターゲット12及び磁性体ターゲット13上で回転する基板公転用回転板17に取り付け、基板16が導体ターゲット12及び磁性体ターゲット13上を交互に通過するように、基板公転用回転板17を基板自転用回転板18とともに、図中矢印Bの方向に公転させる。本実施例では、自転数は10rpm、公転数は10rpmとした。

【0028】そして、各シャッタ14、15を閉じたまま、導体ターゲット12及び磁性体ターゲット13をスパッタする。その後、各シャッタ14、15を開放して、基板16上に導体層2または磁性体層3を堆積させる。このとき、基板16は公転しているため導体層2と磁性体層3とが交互に積層される。そして、必要な周期だけ公転を行った後、各シャッタ14、15を閉じる。本実施例では、公転を20周期行った後、各シャッタ14、15を閉じた。

【0029】こうして、基板16上に、層厚が2.0nm ~ 2.7nmの導体層2と、層厚が1.0nmの磁性体層3とを、20周期積層した人工格子膜よりなる磁気抵抗効果膜を製造した。

【0030】以上のように製造した磁気抵抗効果膜の磁気的異方性を評価した。評価は、磁気抵抗変化率の外部磁場依存性を、外部磁場の印加方向を基板の公転円周方

向（回転成膜法では困難軸方向となる。）としたときと、外部磁場の印加方向を基板の公転径方向（回転成膜法では容易軸方向となる。）としたときについて測定して行った。

【0031】図3及び図4に測定結果を示す。図3は外部磁場の印加方向を基板の公転円周方向としたときの測定結果を、図4は外部磁場の印加方向を基板の公転径方向としたときの測定結果を示す。この結果から明らかなように、本実施例の磁気抵抗効果膜は、外部磁場の印加方向を変えても同等の磁気抵抗効果が得られており、磁

氣的に略等方的であるといえる。

【0032】次に、自転数及び公転数の影響について評価した結果を示す。

【0033】評価は、自転数 V と公転数 v 以外は実施例1と同様に製造した直径1インチの複数の磁気抵抗効果膜を試料として行った。

【0034】そして、上記磁気抵抗効果膜の巨大磁気抵抗効果の測定を4端子法にて行った。つまり、磁気抵抗効果膜の四方に4つの端子を接続し、外部磁場を変化させたときの各端子間の抵抗の変化を測定した。そして、外部磁場変化に対する抵抗変化が最も大きいときの外部磁場 H_s を、各端子間それぞれについて測定した。そして、これらの H_s において、最大の H_s を H_{smax} とし、各 H_s の内の最小の H_s を H_{smin} として、 H_{smax} と H_{smin} との差である ΔH_s ($\Delta H_s = H_{smax} - H_{smin}$)を算出した。

【0035】この ΔH_s を、自転数 V 及び公転数 v を変えて製造した各磁気抵抗効果膜について求め、これらの ΔH_s を比較することによって磁氣的異方性を評価した。なお、磁氣的異方性が少ない磁気抵抗効果膜ほど、 ΔH_s は小さな値となる。なぜなら、磁氣的異方性が少ないほど、外部磁場変化に対する抵抗変化が最も大きいときの外部磁場 H_s は、各端子間において差が小さくなるからである

【0036】このように、各磁気抵抗効果膜について ΔH_s を求めたところ、公転数 v を一定としたときの、 ΔH_s と自転数 V の関係は図5に示すようになった。この結果から、本発明によると、 ΔH_s が小さな値となるのがわかる。つまり、外部磁界印加方向に対する巨大磁気抵抗効果の異方性が軽減された、磁気抵抗効果が膜内の面内方向において略等方的に発現する磁気抵抗効果膜を製造できるといえる。そして、自転数 V が多いほど ΔH_s が小さな値となり、より磁氣的異方性が少なくなるのが分かる。特に、公転数 v と自転数 V が、 $V \geq v/2$ なる条件を満たすときに、 ΔH_s は十分に小さな値となっており、磁氣的異方性が十分に軽減されている。

【0037】次に、本発明により製造された磁気抵抗効果膜を磁気センサへ適用した実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0038】本実施例の磁気センサは、磁気情報が記録

された記録媒体と、記録された情報を検出するための磁界検出用ヘッドとからなり、検出した磁気情報から記録媒体と磁界検出用ヘッドとの相対位置を検出するものである。

【0039】図6に実施例1の磁気抵抗効果膜を適用した磁気センサの一例を示す。本実施例においては、情報記録用の記録媒体21として、直径3mm、長さ30cmのCuNiFeの丸棒を使用した。記録媒体としては、断面形状が円形の丸棒を使用するのが加工が容易であり望ましいが、断面形状が角形等であっても構わない。

【0040】この記録媒体21には、波長100 μ mの磁気情報を、通常の磁気テープ記録に使用する記録ヘッドで記録媒体の長さ方向に沿って記録した。一方、磁界検出手段である磁界検出用ヘッド22には、記録媒体の外径より若干大きな内径を有する孔22aが開けられており、この孔22aに記録媒体21を挿入し、記録媒体21に沿って移動することにより信号を検出する。本実施例では、この孔22aの直径は3.05mmとした。

【0041】図7に磁界検出用ヘッド22を拡大して示す。磁界検出部である磁界検出用素子23には、本発明により製造した磁気抵抗効果膜を、前記孔22aの外周を取り囲むように、フォトリソグラフィ技術を利用して加工したものをを用いた。

【0042】磁界検出用素子23のうち円周上の一部は切り取られており、その部分に電子線加熱蒸着装置により1 μ mの厚さで成膜したCuが電極24として電氣的に接続されており、孔22aの外周を取り囲む磁界検出用素子23に信号検出用の電流（いわゆるセンス電流）を流せるようにしてある。円周を取り囲む部分の磁界検出用素子23の線幅は100 μ mとした。磁界検出用ヘッド22の基板25には厚さ50 μ mのBeCu合金を使用し、表面にSiO₂をスパッタ装置で1 μ m成膜して絶縁膜とした。

【0043】そして、上記記録媒体21と磁界検出用ヘッド22を用いて再生出力を測定したところ、非常に高い感度の出力が歪を生じることなく安定して得られた。従って、本実施例の磁気センサは、高い検出精度を得ることができるといえる。

【0044】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明の製造方法を用いることにより、外部磁界印加方向に対する巨大磁気抵抗効果の異方性が軽減された、磁気抵抗効果が膜内の面内方向において略等方的に発現する磁気抵抗効果膜を提供することができる。

【0045】特に、公転数 v と自転数 V が、 $V \geq v/2$ なる条件を満たすようにすると、十分に等方的な磁気抵抗効果を得ることができる。

【0046】そして、本発明により製造された磁気抵抗効果膜は、歪が少なく高い出力を得ることができるの

7

で、磁氣的に等方的であることが要求される磁気センサや磁気ヘッドの磁界検出用素子へ適用することが可能であり、その検出精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例で製造される磁気抵抗効果膜の要部拡大断面図である。

【図2】本発明の実施例に使用されるDCマグネトロン型スパッタ装置の一構成例を示す概略断面図である。

【図3】本発明の実施例で製造された磁気抵抗効果膜の、基板の公転径方向に外部磁場を印加したときの、磁気抵抗変化率の外部磁場依存性を示す特性図である。

【図4】本発明の実施例で製造された磁気抵抗効果膜の、基板の公転円周方向に外部磁場を印加したときの、磁気抵抗変化率の外部磁場依存性を示す特性図である。

【図5】本発明の実施例で製造された磁気抵抗効果膜の、基板の公転数を一定としたときの、磁氣的異方性の指標となる ΔH_s と、基板の自転数との関係を示すグラフである。

【図6】本発明により製造した磁気抵抗効果膜を使用した磁気センサの一構成例を示す概略斜視図である。

【図7】本発明により製造した磁気抵抗効果膜を使用し

8

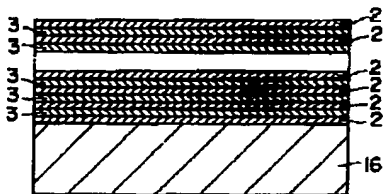
た磁気センサの磁界検出ヘッドの一例を示す概略正面図である。

【図8】従来の磁気抵抗効果膜の製造に使用されるDCマグネトロン型スパッタ装置の一構成例を示す概略断面図である。

【符号の説明】

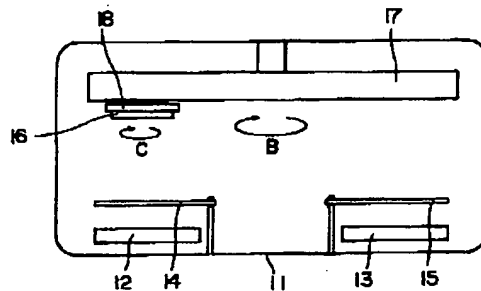
- 2 導体層
- 3 磁性体層
- 11 真空容器
- 12 導体ターゲット
- 13 磁性体ターゲット
- 14 シャッタ
- 15 シャッタ
- 16 基板
- 17 基板公転用回転板
- 18 基板自転用回転板
- 21 記録媒体
- 22 磁界検出用ヘッド
- 23 磁界検出用素子
- 24 電極
- 25 磁界検出用ヘッド基板

【図1】



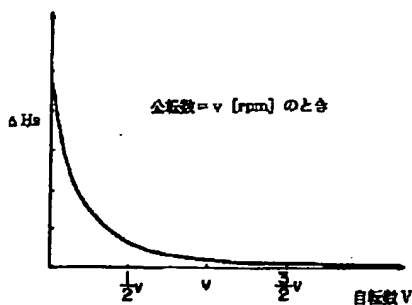
磁気抵抗効果膜の要部拡大断面図

【図2】



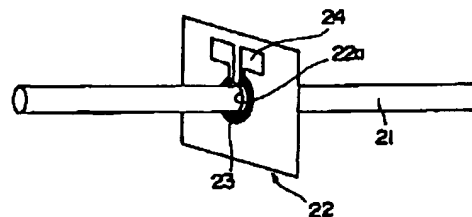
DCマグネトロン型スパッタ装置の一構成例を示す概略断面図

【図5】



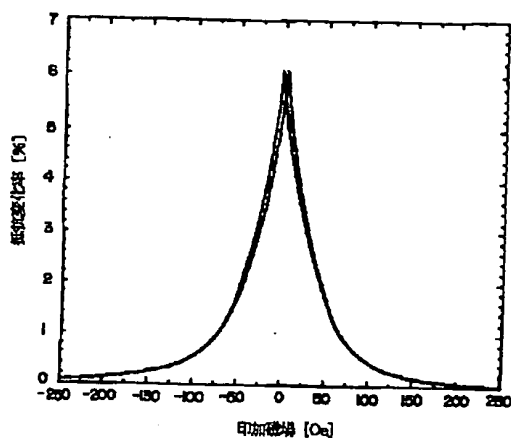
基板の公転数を一定としたときの、
磁気抵抗効果膜の磁氣的異方性の指標となる
 ΔH_s と、基板の自転数との関係を示すグラフ

【図6】



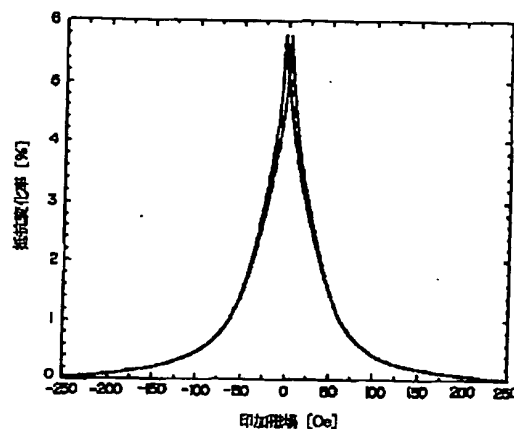
磁気抵抗効果膜を使用した磁気センサの一構成例を示す概略斜視図

【図3】



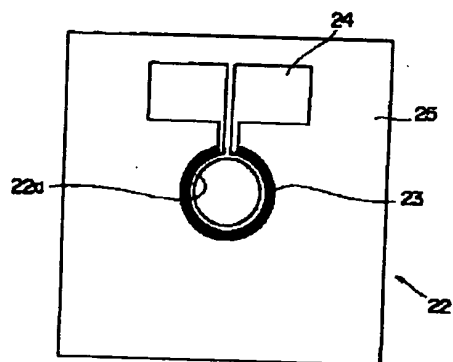
基板の公転径方向に外部磁場を印加したときの磁気抵抗変化率の
外部磁場依存性を示す磁気抵抗効果膜の特性図

【図4】



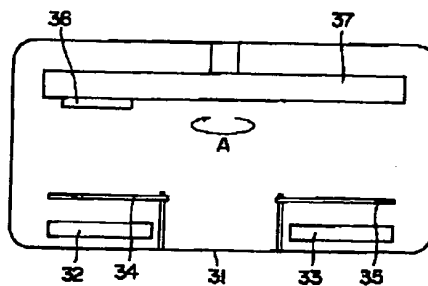
基板の公転円周方向に外部磁場を印加したときの磁気抵抗変化率の
外部磁場依存性を示す磁気抵抗効果膜の特性図

【図7】



磁気抵抗効果膜を使用した磁気センサの
磁界検出ヘッドの一例を示す概略正面図

【図8】



従来の磁気抵抗効果膜の製造に使用されるDCマグネトロン型
スパッタ装置の一例を示す概略断面図

フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶

H 0 1 L 43/12

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所